

MEZŐGAZDASÁGI TÁBLÁK TÁPELEMFORGALMÁNAK EGY KETTŐS SZUBKOMPARTMENT
MODELLJE KÜLÖNBÖZŐ TALAJ-NÖVÉNY RENDSZEREK ESETÉN

Lásztity Borivoj, Biczők Gyula, Ruda Mihály

MTA TAKI, MÉM NAK, MTA SZTAKI

A talaj-trágya-növény közötti hármas kölcsönhatások kutatása - tápanyaggazdálkodási szempontból - az agrokémia fő feladata. A gyakorlati cél az okszerű tápanyaggazdálkodás megalapozása. Ehhez elengedhetetlen a konkrét talaj/al/típusokra és növényfajokra, illetve fajtákra vonatkozó ismereteknek egy biomatematikai modellben történő összefogása. Egy ilyen modell nagyjelentőségűvé válhat a növénytáplálás és a preventív környezetvédelem kutatásában és gyakorlatában egyaránt.

Előadásunkban egy olyan biomatematikai modell alkalmazási lehetőségeit ismertetjük, amellyel napi felbontásban, kvantitatíven leírható az eltérő talaj/al/típusokon kialakított mezőgazdasági táblák tápelem-ellátottságától függően a különböző egyéves gazdasági növények szárazanyag- és tápelem-felhalmozódása s ennek révén az adott talaj-növény rendszer tápelemforgalmának időbeli lefolyása. Ez a műtrágyázás mértékét, időbeli és térbeli megosztását és minőségi vonatkozásait egyaránt tekintve alapvető komponens, amely ma már egy valóban tudományos tervezési, szaktanácsadási algoritmusból nem hiányozhat.

1. A modell egyenletrendszere

Az alkalmazott biomatematikai modell minimális paraméterszámmal illeszkedik a kisszámu mérési időpontban meghatározott adatokra, miközben paraméterei még természettudományosan értelmezhetők maradnak [1]. A modell két szubkompartmentet tartalmaz

$$U_i = \frac{A_i}{1 + e^{-b_i(t-t_g)}} - \frac{R_i}{1 + e^{-s_i(t-t_s)}}, \quad (1)$$

ahol i a következő 12 tápelemre vonatkozó index: N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B. A paraméterek: A_i a maximális felhalmozás értéke az i -edik tápelemre, R_i a teljes reflux az i -edik tápelemre, t a vetéstől eltelt idő, t_g a felhalmozás inflexiós pontja, t_s a reflux inflexiós pontja, b_i fenológiaiilag meghatározottan a vegetatív növényi fejlettségből eredő felvételi gyorsulással ill. a tápelem-pufferkapacitással rokon mennyiség, s_i fenológiaiilag meghatározottan a szeneszciencia által indukált növényi tápelemvesztés gyorsulásának ill. tompításának mértéke.

2. A megvizsgált tíz kultúrára adott korlátozó feltételek

A modellparamétereknek egy-egy konkrét talaj-növény rendszerben /4. ábra/ történő kiszámításánál figyelembe vettük az 1. és 2. táblázatban adott korlátozó feltételeket. Ezek alkalmazása nélkül a kis-

Faj	MOÁ	GRMT	GRMT/MOÁ
Buza	4,28	10,0	2,33
Árpa	3,38	7,5	2,22
Rozs	1,75	6,0	3,43
Kukorica	5,42	14,0	2,58
Burgonya	16,20	50,0	3,09
Paprika /étk./	11,52	21,0	1,82
Paprika /fűszer/	6,00	11,0	1,83
Cukorrépa	34,35	80,0	2,33
Káposztarepce	a mért max.	2·MOÁ	2
Borsó	2,33	6,5	2,79
Csillagfűrt	25,00	60,0	2,40

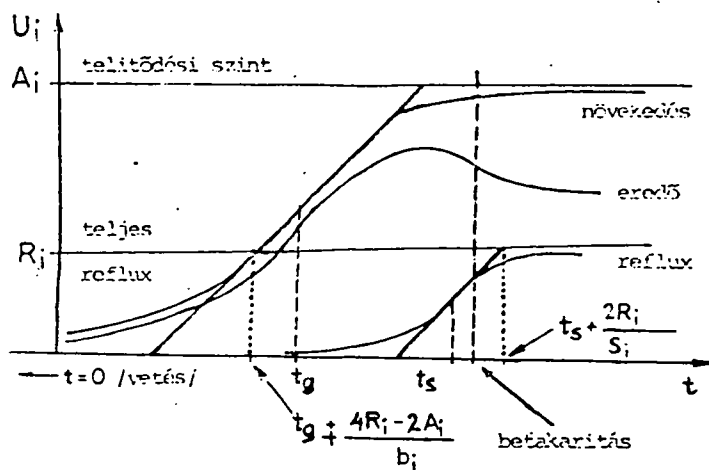
MOÁ=maximális országos átlag

GRMT=gyakorlatban realizálható maximális termés

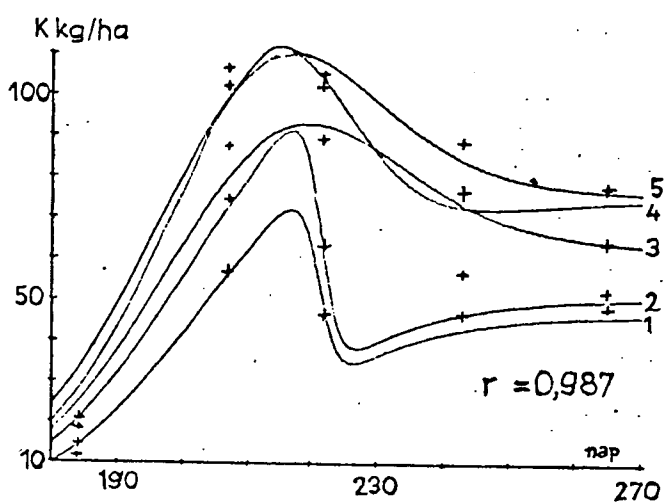
**1.táblázat: A szántóföldi növények megvizsgált modellje-
iben elfogadott termőképességi korlátok**

Növény	Fenofázis	Vegetáció Körzeti Forrás		
		napja	szórás	
Őszi buza	Szárbaszökés /Feekes-6-10/ /Keller-Baggiolini Q-V/	160-193	7	Page et al. 1980. Varga Haszonits 1974.
Őszi árpa	Szárbaszökés /Feekes 6-10/ /Keller-Baggiolini Q-V/	140-170	4	Varga Haszonits 1974. Coic 1965.
Őszi rozs	Szárbaszökés /Feekes 6-10/ /Keller-Baggiolini Q-V/	180-200	5	Lásztity 1981. Primöst 1965.
Tavaszi árpa	Szárbaszökés /Feekes 6-10/ /Keller-Baggiolini Q-V/	50-70	4	Fukai et al. 1976. Lásztity 1982.
Kukorica	Cimerhányás kezdete /Hanway 3-5/ /Keller-Baggiolini D ₂ -D ₈ /	60-90	5	Kmetyko 1974. Hanway 1962., 1965. Keller, Baggiolini 1954.
Burgonya	Virágzás kezdete	60-90	4	Ajtay 1974.
Cukorrépa	Cyökérvastagodás	85-115	5	Stanacev 1981. Bozó 1974.
Paprika /étkezési/	Virágzás	70-90	5	Miller 1979. Lekatos 1981.
Paprika /fűszer/	Virágzás	70-100	5	Mécs 1969.
Káposztarepce	Zöldbimbós állapot kezd.	220-240	5	Boronkay 1981.
Cirok	Bugahányás	75-90		Bányai 1967.
Borsó	Virágzás	60-90	7	Mándy és Csatári-
Csillagfűrt	Virágzás	70-100	5	-Szűcs 1960.

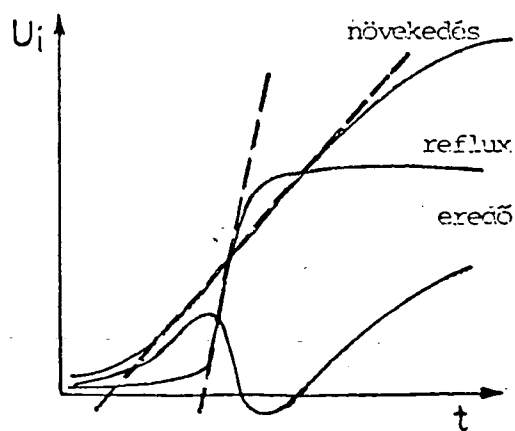
2.táblázat: Intenzív növekedési fázisok átlagos tartama



1. ábra



2. ábra



3. ábra

számu mérésadatra a modell illesztése egzaktan nem megoldható.

A felhalmozódás általában, bizonyos "stresszek" okozta kisebb ingadozásokat kivéve monoton növekvő függvénye a növény korának. Egy gyorsuló fejlődést követően, a generatív fázis kezdetétől, folyamatosan csökken a felhalmozódás, és egy egyensúlyi helyzet beállta után indul meg erőteljesen a leépülés /1. ábra/. Előfordul azonban, hogy a leépülés megindulása után ismét növekedés észlelhető, pl. a 2. ábrán az Őszibuza K felvételénél az 1 és 2 görbe /a növekvő sorszámozás 1-5-ig párhuzamosan növekvő P és K dózisokat jelent/. Modellünk egységessége érdekében ezektől a speciális esetektől egyelőre eltekintettünk. A leépülés utáni újabb növekedésnek ill. negatív U_i értékeknek /3. ábra/ a modellből történő kizárása érdekében a

$$t_{s_i} + 2 \cdot R_i / s_i > t_{g_i} + (4 \cdot R_i - 2 \cdot A_i) / b_i \quad (2)$$

feltételt használtuk /1. ábra/. Ez azt jelenti, hogy a reflux tetőzése később következik be, mint ahogy az akkumuláció eléri /megközelíti/ az A_i értéket. Használtuk még az $s_i < 1$ és a /fajfüggő/ $t_s < 200$ ill.

$t_s < 500$ korlátot is.

Az Őszibuza K-felvételéhez hasonló esetekben célszerű a (2) korlátozás elhagyásával is megkísérelni a modell illesztését. E feltétel feloldása azonban a felhalmozási folyamat és a reflux erőteljes egybemosódását is jelentheti, pedig modellünkben feltételeztük a reflux és a felhalmozódás függetlenségét /ld. [1]/. Egy másik megoldás lehet az (1) modell feladása, és a felhalmozódást leíró differenciálegyenlet

$$dU_i/dt = f_i(t) \cdot U_i \cdot (A_i - U_i) \quad (3)$$

formában történő általánosítása.

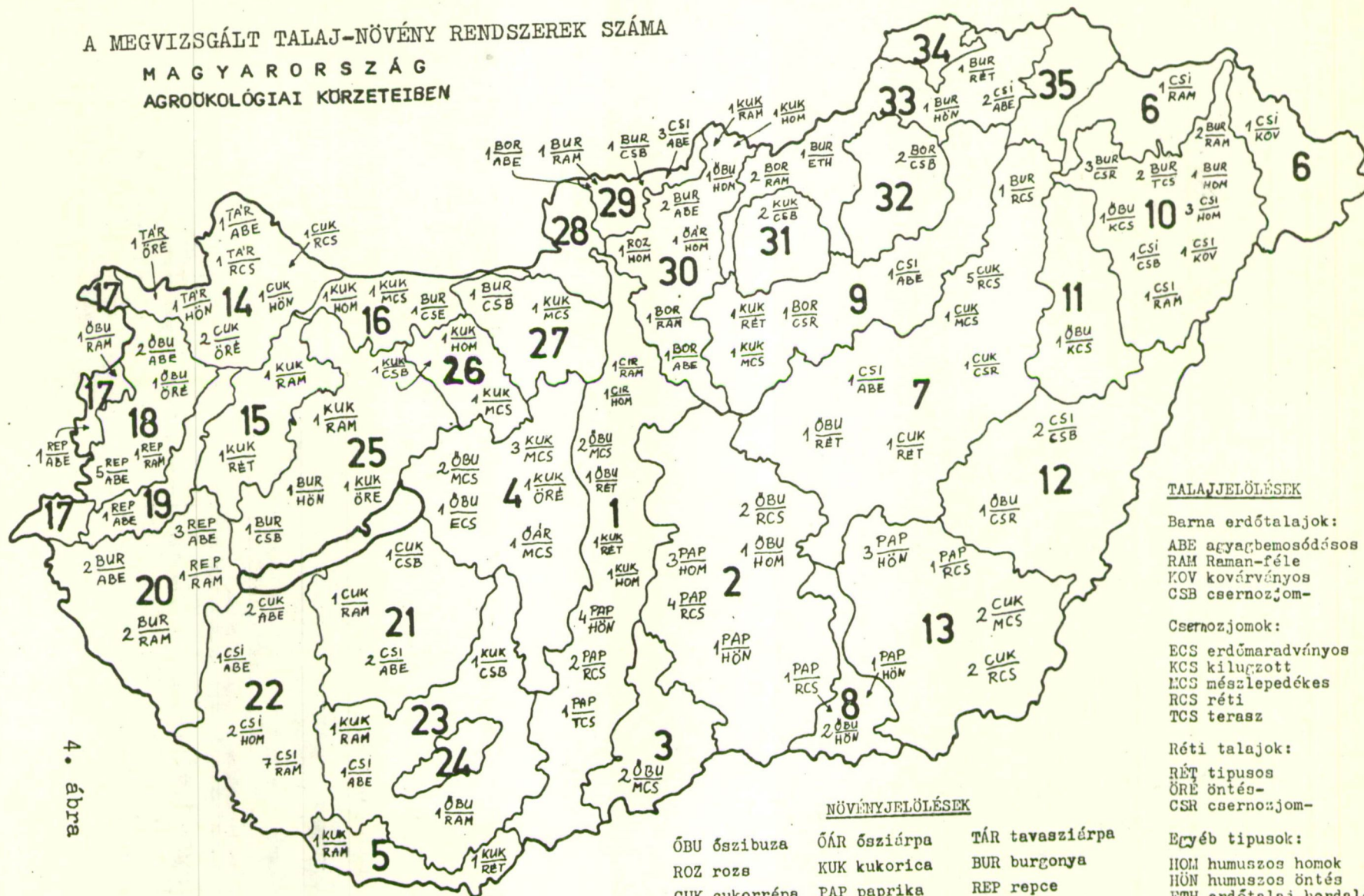
Kevésszámu megfigyelésnél az (1) modellben elfogadhatatlanul nagy b_i értékeket is kaphatunk /5. ábra/. A 2. táblázatban lévő adatok korlátozzák a b_i értékét. Például Őszibuzánál /ld. 2., 6., 7. ábra/ a K, P és szárazanyag felhalmozás döntő része a szárbaindulással kezdődő szakaszra esik, és az akkumuláció inflexiós pontja hozzávetőleg a következő fenofázisra /kalászás/ tehető. Az így adódó 33 napból levonva a körzeti szórás 7 napját, a felhalmozási intervallum minimális hosszára 52 napot kapunk. Ebből b_i -re a 0.08 felső korlát adódik. Hasonló módon nyerhetünk b_i -re felső korlátot a többi növény-nél is.

A felhalmozódás felső határát adó A_i paraméterre az országos agro-ökológiai felmérésen alapuló 1. táblázat adataiból számítottunk felső korlátot, a szárazanyagra és az i -edik tápelemre egyaránt:

$$A_i < Y_i(\max) \cdot \text{GRMT/MOÁ} , \quad (4)$$

ahol $Y_i(\max)$ az i -edik tápelemre mért legnagyobb érték. Feltételeztük, hogy GRMT/MOÁ valamennyi vizsgált tápelem és a szárazanyag esetében is használható. Az így adódó felső korlát alatti intervallumon az A_i értékére egy direkt kereső eljárást alkalmaztunk, az eltérésnégyzetek összegét mint A_i egy $f(A_i)$ függvényét minimalizálva. Az eljárás ered-

A MEGVIZSGÁLT TALAJ-NÖVÉNY RENDSZEREK SZÁMA
MAGYARORSZÁG
AGROKOLÓGIAI KÖRZETEIBEN



4. ábra

TALAJJELÖLÉSEK

Barna erdőtalajok:
ABE agyagbemosódásos
RAM Raman-féle
KÖV kovárványos
CSB csernozjom-

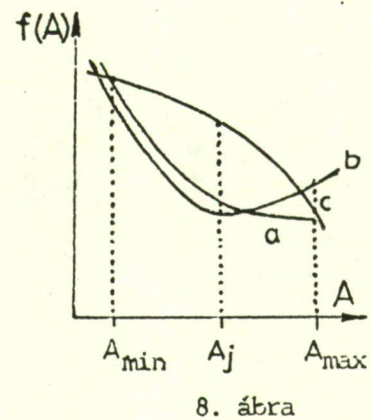
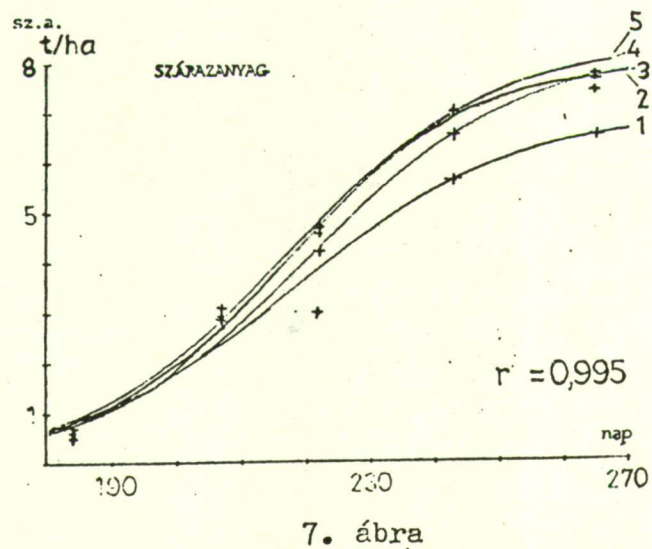
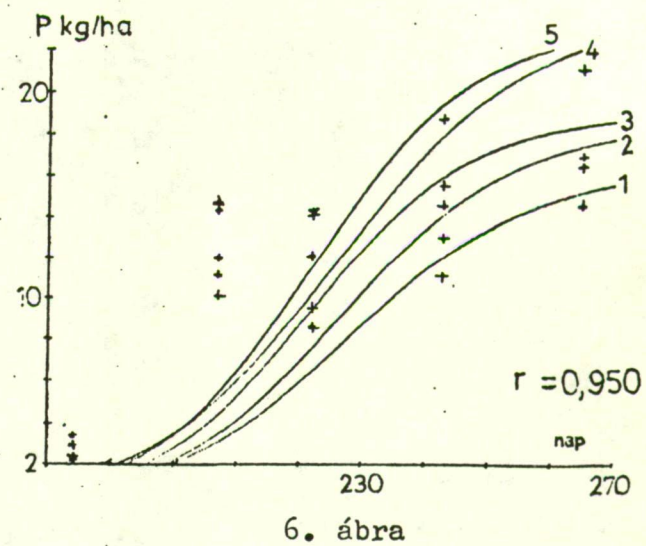
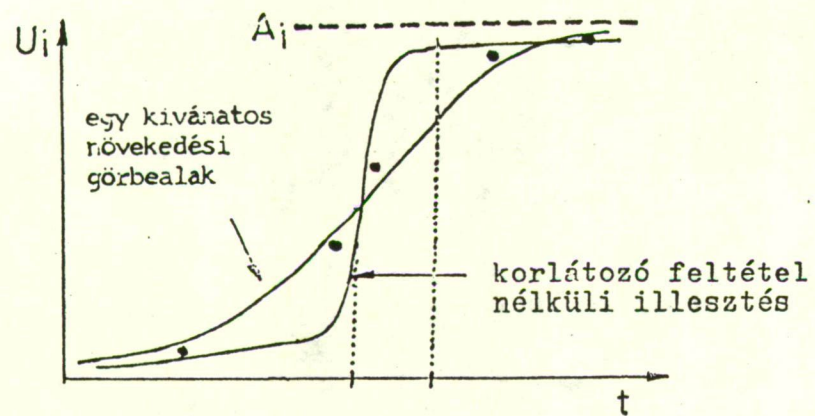
Csernozjomok:
ECS erdőmaradványos
KCS kilugzott
MCS mészelepédéses
RCS réti
TCS terasz

Réti talajok:
RÉT típusos
ÖRE öntés-
CSR csernozjom-

Egyéb típusok:
HÖN humuszos homok
HÖN humuszos öntés
ETH erdőtalaj hordaléka

NÖVÉNYJELÖLÉSEK

ÖBU ószi buza	ÓÁR ószi árpa	TÁR tavaszi árpa
ROZ rozs	KUK kukorica	BUR burgonya
CUK cukorrépa	PAP paprika	REP repce
BOR borsó	CSI csillagfűrt	CIR cirok



ménye szoros kapcsolatban van az $f(A_i)$ függvény viselkedésével. A 8. ábra $f(A_i)$ három tipikus formáját mutatja.

3. A modell verifikálása, továbbfejlesztése

A modell alkalmazhatóságát mezőgazdasági táblák [2], [3], [7-9] és az MTA TAKI szabadföldi kísérleti parcellái [4-6] konkrét talaj-növény rendszereiben /4. ábra/, mintegy hatezer esetben vizsgáltuk meg. A modell felhasználhatóságának kiterjesztése érdekében - a (3) általánosítási lehetőségeken túl - a talaj és időjárási paraméterekkel való kapcsolat elmélyültebb tanulmányozását tervezzük.

Hivatkozások

- [1] Békéssy A., Biczók Gy., Ruda M.: Modelling the dynamics of arable crop nutrient uptake, BIOMETRIE'82, Toulouse, /megj. MTA SZTAKI Working Paper, IV/21./ 1982.
- [2] Boldis O., Sebestyén E., Baranyai F.: Az őszi buza tápanyagfelvételének vizsgálata, "A növények ásványi táplálkozása és a műtrágyázás", Tudományos tanácskozás, Gödöllő, pp. 214-223. 1981.
- [3] Elek É.: Study of the dynamics of dry matter and nutrient accumulation in maize, 2.10. in Int. Crop. Prod. Symp., Debrecen, 1981.
- [4] Lásztity B.: A tavaszi árpa tápanyagforgalma, Magyar Mezőgazdaság, 37., 1982.
- [5] Lásztity B., Elek É.: A nyomelemes szuperfoszfát hatása a rozs fejlődésére és tápanyaggazdálkodására, NEVIKI-KAE Ankét I., pp. 126-131., 1980.
- [6] Lásztity B., Kádár I.: Az őszi buza szárazanyagfelhalmozódásának valamint tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletekben, Agrokémia és Talajtan, 27., pp. 429-444., 1978.
- [7] Kóncz L.: Növényanalízis eredményeinek felhasználási lehetőségei a burgonya trágyázásnál, Melioráció és Tápanyaggazdálkodás, 1982/1., pp. 23-29.
- [8] Molnáros I.: A kukorica tápelemfelvételének dinamikája és fejlesztés tápanyagfelhasználása, Keszthely /szakmérnöki dolgozat/, 1981.
- [9] Németh F., Fridrich Z.: Alapadatok a burgonyanövény tápanyagfelvételi görbéjének kiméréséhez, NEVIKI-KAE Ankét I., pp. 114-121., 1979.